



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 100 65 521 A 1**

(51) Int. Cl. 7:  
**G 01 S 13/93**

**DE 100 65 521 A 1**

(21) Aktenzeichen: 100 65 521.1  
(22) Anmeldetag: 28. 12. 2000  
(43) Offenlegungstag: 25. 7. 2002

(71) Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

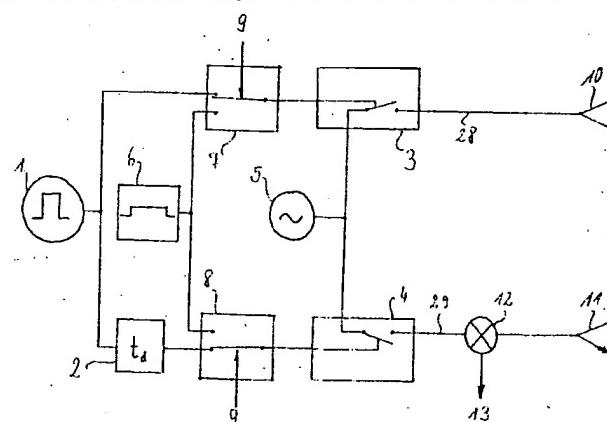
(72) Erfinder:  
Voigtländer, Klaus, Dr., 73117 Wangen, DE  
(56) Entgegenhaltungen:  
US 60 67 040 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Vorrichtung und Verfahren zur Detektion von bewegten oder stehenden Objekten mittels Radarstrahlung

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion bewegter oder stehender Objekte mittels Radarstrahlung, insbesondere für den Einsatz in Kraftfahrzeugen. Zur Objektdetektion werden pulsmodulierte Trägerschwingungen ausgesandt, deren reflektierte Teilwellen empfangen und ausgewertet werden. Durch das Senden eines unmodulierten Trägers in den zeitlichen Zwischenräumen zweier benachbarter Pulse ist es möglich, zusätzlich noch eine Dopplermessung vorzunehmen, mit der eine zuverlässige Geschwindigkeitsmessung vorgenommen werden kann.



**DE 100 65 521 A 1**

**X**

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion bewegter oder stehender Objekte mittels Radarstrahlung, insbesondere für den Einsatz in Kraftfahrzeugen. Zur Objektdetektion werden pulsmodulierte Trägerschwingungen ausgesandt, deren reflektierte Teilwellen empfangen und ausgewertet werden. Durch das Senden eines unmodulierten Trägers in den zeitlichen Zwischenräumen zweier benachbarter Pulse ist es möglich, zusätzlich noch eine Dopplermessung vorzunehmen, mit der eine zuverlässige Geschwindigkeitsmessung vorgenommen werden kann.

## Stand der Technik

[0002] Aus der US 6,067,040 ist ein radargerichtetes Detektionssystem bekannt, das einen Generator zur Erzeugung einer Pulswiederholfrequenz umfaßt, der mit einem ersten und einem zweiten schmalbandigen Pulsmodulator verbunden ist. Mit dem ersten schmalbandigen Pulsmodulator ist ein Sendekanal verbunden, der pulsmodulierte Trägersignale aussendet, die eine vorbestimmte Trägerfrequenz und Dauer haben. Mit dem zweiten schmalbandigen Pulsmodulator ist ein Empfangskanal verbunden. Ein Zeitverzögerungsglied verzögert den Ausgang des zweiten Pulsmodulators auf den Empfangskanal, wo ein Mischer einen Teil des von einem Objekt reflektierten, pulsmodulierten Sendesignals mit dem Ausgang des zweiten schmalbandigen Pulsmodulators mischt.

## Kern und Vorteile der Erfindung

[0003] Der Kern der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung sowie ein zugehöriges Verfahren bereitzustellen, mit der eine zuverlässige Entfernung- und Geschwindigkeitsmessung mittels Radarwellen durchgeführt werden kann.

[0004] Erfindungsgemäß wird dieses durch eine Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 erreicht, bei der in vorgegebenem Wechsel ein gepulster Träger oder ein unmodulierter Träger gesendet werden kann.

[0005] Besonders vorteilhaft ist, dass diese Vorrichtung in einem Kraftfahrzeug zur Überwachung der unmittelbaren Umgebung eingesetzt werden kann. Durch diese Vorrichtung lassen sich Abstände und Relativgeschwindigkeiten von Objekten relativ zum eigenen Kraftfahrzeug ermitteln und diese Werte für Vorhersagen bezüglich einer Kollisionswahrscheinlichkeit auswerten.

[0006] Ein erfindungsgemäßes Verfahren sieht vor, dass zur Ermittlung des Abstands und der Relativgeschwindigkeit von Objekten abwechselnd und jeweils für eine vorbestimmte Zeitdauer ein gepulster Träger bzw. ein unmodulierter Träger gesendet wird. Aus der Laufzeit des gepulsten Trägers lässt sich mittels der in Fig. 1 beschriebenen Schaltung der Abstand bestimmen. Die Relativgeschwindigkeit des detektierten Objektes lässt sich während der Zeitdauer, in der der unmodulierte Träger gesendet wird, aus der Dopplerverschiebung der gesendeten Trägerfrequenz ermitteln.

[0007] Vorteilhafterweise weisen die Pulse des Pulsgenerators, der zum Modulieren der Trägerfrequenz verwendet wird, eine Zeitdauer zwischen 200 Pikosekunden und 400 Pikosekunden auf.

[0008] Weiterhin vorteilhaft ist es, dass die Pulse des Pulsgenerators eine Wiederholfrequenz aufweisen, die zwischen 1 Megahertz und 50 Megahertz liegt.

[0009] Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn für die Dauer von 1 Millisekunde eine Folge pulsmodulierter Trägerschwin-

gungen ausgesendet wird und im Anschluß daran für die Dauer von etwa 1,5 Millisekunden unmodulierte Trägerschwingungen ausgesendet werden. Im Anschluß wird wieder eine Folge pulsmodulierter Trägerschwingungen ausgesandt.

[0010] Vorteilhafterweise wird nach einer Zeitspanne von maximal 50 Mikrosekunden, in der eine Folge pulsmodulierter Trägerschwingungen ausgesandt wurde, für die Dauer von mindestens 1 Mikrosekunde unmodulierte Trägerschwingungen ausgesandt. Im Anschluß werden wieder pulsmodulierte Trägerschwingungen ausgesandt.

## Zeichnungen

- 15 [0011] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen
- [0012] Fig. 1 ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- [0013] Fig. 2 einen möglichen, zeitlichen Verlauf der ausgesandten Signale und
- [0014] Fig. 3 einen weiteren möglichen, zeitlichen Verlauf der ausgesandten Signale.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

- 25 [0015] Figur. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Ein Pulsgenerator (1), erzeugt kurze, vorteilhafterweise zwischen 200 Pikosekunden und 400 Pikosekunden dauernde Pulse mit einer fest vorgegebenen Pulswiederholfrequenz, die vorteilhafterweise zwischen 1 Megahertz und 50 Megahertz liegt. Die von diesem Pulsgenerator (1) erzeugten Pulse werden über einen nicht gezeigten Leistungsteiler auf einen Sendekanal (28) sowie einen Empfangskanal (29) gegeben. Die dem Sendekanal (28) zugeführte Pulsfolge wird als Modulationssignal auf einen ersten schmalbandigen Pulsmodulator (3) gegeben. Dem ersten schmalbandigen Pulsmodulator (3) wird über einen weiteren Eingang ein Trägersignal zugeführt. Dieses Trägersignal, das vorteilhafterweise im Bereich von etwa 24 40 Gigahertz liegt, wird in einem Hochfrequenzoszillatator (5) erzeugt. Dieses Oszillatortsignal wird über einen nicht gezeigten Leistungsteiler dem ersten (3) sowie dem zweiten (4) schmalbandigen Pulsmodulator zugeführt. Der erste Pulsmodulator (3) erzeugt im Falle eines ankommenden Pulses ein kurzes hochfrequentes Wellenpaket, das über eine Leitung des Sendekanals (28) auf die Sendeantenne. (10) weitergeleitet wird und dort in den zu überwachenden Bereich abgestrahlt wird. Der zweite Teil, des im Pulsmodulator (1) erzeugten Pulses, wird auf den Empfangskanal (29) gegeben, wo es ein Zeitverzögerungsglied (2) passiert. Dieses Zeitverzögerungsglied (2) kann aus einem oder mehreren digitalen Logikbausteinen bestehen. So weist eine bevorzugte Ausführungsform zwei hintereinandergeschaltete NOT-Glieder auf. Eine weitere zu bevorzugende Ausführungsvariante besteht aus einem oder mehreren hintereinandergeschalteten AND-Gliedern, deren zweiter Eingang permanent auf 1 liegt. Auf diese Weise wird das Ausgangssignal des Zeitverzögerungsgliedes (2) gegenüber dem eigenen Eingangssignal zeitlich verzögert, wobei die Verzögerungszeit auch einen variablen Wert annehmen kann. Das Zeitverzögerungsglied verändert jedoch die Form des Eingangssignals nicht. Der Ausgang des Zeitverzögerungsgliedes wird dem Steuereingang des zweiten schmalbandigen Pulsmodulators (4) zugeführt, wo in gleicher Weise wie im ersten Pulsmodulator (3) das hochfrequente Oszillatortsignal moduliert wird, das vom Hochfrequenzoszillatator (5) über den nicht gezeigten Leistungsteiler zugeführt wird. Das Ausgangssignal des zweiten Pulsmodulators (4) wird auf ei-



nen Empfangsmischer (12) gegeben, der vorteilhaft erweise auch als Quadraturmischer ausgeführt sein kann. Das Ausgangssignal des zweiten Pulsmodulators (4) ist mit dem Ausgangssignal des ersten Pulsmodulators (3) identisch und weist lediglich eine durch das Zeitverzögerungsglied (2) verursachte Zeitverzögerung von  $t_d$  auf. Die von der Sendeantenne (10) ausgestrahlten Radarwellen werden an einem zu detektierenden Objekt reflektiert und von der Empfangsantenne (11) teilweise absorbiert. Das Empfangssignal der Empfangsantenne (11) wird im Empfangskanal (29) ebenfalls dem Empfangsmischer (12) zugeführt, wo es mit dem Ausgangssignal des zweiten Pulsmodulators (4) gemischt wird. Das im Misch (12) erzeugte Signal (13) wird sodann über eine Ausgangsleitung einer Empfangsschaltung zugeführt, wo das Signal aufbereitet und ausgewertet wird. Das Ausgangssignal (13) des Mixers (12) ist in dem Fall, dass der Mixer (12) ein Quadraturmischer ist, ein Signal, das aus zwei Komponenten, besteht. In diesem Fall besitzt der Quadraturmischer zwei Ausgänge, einen für das Inphase-Signal und den zweiten für das Quadratur-Signal. Zusätzlich ist im Sendekanal zwischen dem Leistungsteiler der Pulsgenerator (1) und dem ersten Pulsmodulator (3) ein erster Umschalter (7) vorgesehen. In gleicher Weise ist im Empfangskanal zwischen dem Zeitverzögerungsglied (2) und dem zweiten Pulsmodulator (4) ein zweiter Umschalter (8) vorgesehen. Dieser erste (7) und zweite (8) Umschalter wird jeweils mittels einem gemeinsamen Steuersignal (9) betätigt. Ändert sich dieses Steuersignal (9) durch eine Zustandsänderung, so schaltet die Vorrichtung von einem Pulsmessmodus auf einen Dopplermessmodus um, indem der erste (3) und der zweite (4) Umschalter nicht mehr die Pulse des Pulsgenerators (1) auf den ersten (3) und zweiten (4) Pulsmodulator weiterleitet, sondern ein Rechtecksignal. Dieses Rechtecksignal wird in einem Rechteckgenerator (6) erzeugt und über einen nicht gezeigten Leistungsteiler auf die Alternativeingänge des ersten (3) und zweiten (4) Pulsgenerators gegeben. Die Zeitspanne des erzeugten Rechtecksignals sowie dessen Wiederholzeit werden dabei so gewählt, dass für die Zeit, in der das Umschaltersteuersignal (9) die Umschalter (7, 8) im Dopplermessmodus betreibt, genau ein Rechteckimpuls erzeugt wird. In der Momenten, in denen das Rechtecksignal des Rechteckgenerators (6) zwischen einem "high"- in einen "low"-Zustand wechselt, schaltet das Umschaltersteuersignal (9) die Umschalter (7, 8) zwischen Pulsmessmodus und Dopplermessmodus hin- oder her. Dieses Vorgehen ermöglicht es, dass wenn der erste und zweite Umschalter (7, 8) den Dopplermessmodus aktiviert, dass die Pulsmodulatoren (3, 4) die Hochfrequenzschwingung, die im RF-Oszillator (5) erzeugt wird, ungepulst und damit unmoduliert auf den Sende- bzw. Empfangskanal (28, 29) übertragen werden. Durch die Reflexionen, die an Objekten im Erfassungsbereich der Vorrichtung entstehen, wird in Abhängigkeit von deren Relativbewegung zur Vorrichtung eine Dopplerverschiebung verursacht, die sich in einer Frequenzverschiebung äußert.

[0016] Die Vorrichtung kann je nach Auslegung des Steuersignals (9) für die Umschalter abwechselnd Pulsmessungen mittels eines gepulsten Trägers und Dopplermessungen mittels eines unmodulierten Trägersignals ausführen. Eine weitere Variante besteht darin, die Dauer des Steuersignals für die Umschalter (9) je nach Umgebungssituation variabel zu gestalten. So kann auch für eine bestimmte Zeit eine reine Pulsmessung oder eine reine Dopplermessung durchgeführt werden. Außerdem kann bei einer sich verändernden Umgebungssituation eine zeitlich verschachtelte Kombination aus diesen beiden Messmoden der Situation angepasst werden. [0017] In Fig. 2 ist eine vorteilhafte zeitliche Abfolge dieses Vorgehens beschrieben. Im oberen dargestellten Dia-

gramm (14) ist der zeitliche Verlauf des Umschaltersteuersignals (9) dargestellt. Im unteren Diagramm (15) ist das Ausgangssignal des ersten schmalbandigen Pulsmodulators (3) dargestellt, wie es auch von der Sendeantenne abgestrahlt wird. Beide Diagramme besitzen eine identische Zeitskalierung auf der Abszisse. Auf der Abszisse ist die Zeit in Millisekunden aufgetragen, wobei eine komplexe periodische Abfolge des Sendesignals zwischen der Nullmarkierung und der Zeitmarke "1/n" abgebildet ist. Der Wert  $n$  teilt in einer vorteilhaften Ausführungsvariante eine Millisekunde in etwa 15 bis 30 gleichlange Zeitintervalle auf. Im oberen Diagramm (14) der Fig. 2 erkennt man das Umschaltersteuersignal (9), das in diesem Beispiel kurz nach dem Zeitpunkt "0" einen "low"-Zustand (16) hat. Während dieser Zeit sendet die Vorrichtung pulsmodulierte Trägerschwingungen, wie sie im zeitgleichen Abschnitt (19) im unteren Diagramm (15) skizziert dargestellt sind. Während dieser Zeitspanne ist der Pulsmessmodus aktiviert. Zu einem Zeitpunkt (17) zwischen "0" und "1/n" schaltet das Umschaltersteuersignal (9) vom "low"-Zustand in den "high"-Zustand und aktiviert in beschriebener Weise den Dopplermessmodus bis zum Zeitpunkt "1/n" (18), zu dem die Umschalter (7, 8) aus dem Dopplermessmodus wieder in den Pulsmessmodus zurückgeschaltet werden. Während der Zeitspanne, in der der Dopplermessmodus aktiviert ist, weist das Ausgangssignal des ersten Pulsmodulators (3) eine unmodulierte Trägerschwingung auf, wie es im unteren Diagramm (15) skizziert wurde. Nach dem Zeitpunkt "1/n" wiederholt sich dieser Vorgang wieder von Neuem.

[0018] In Fig. 3 ist eine weitere vorteilhafte zeitliche Signalabfolge der erfundungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Im oberen Diagramm (21) ist der zeitliche Verlauf des Umschaltersteuersignals (9) aufgetragen. Im unteren Diagramm (22) ist das Ausgangssignal des ersten schmalbandigen Pulsmodulators (3) dargestellt, wie es von der Sendeantenne (10) abgestrahlt wird. Beide Diagramme besitzen eine identische Zeitskalierung auf der Abszisse, die in Millisekunden eingeteilt ist. Zum Zeitpunkt "0" nimmt das Umschaltersteuersignal (9) einen "low"-Pegel (23) an und aktiviert dadurch den Pulsmessmodus. Für eine beispielhafte Zeitspanne von etwa 1 Millisekunde sendet die Vorrichtung pulsmodulierte Trägerschwingungen, wie sie beispielhaft im unteren Diagramm dargestellt sind (26). Nach dieser Zeitspanne geht das Steuersignal (9) in den "high"-Zustand über und schaltet vom Pulsmessmodus in den Dopplermessmodus um (24). In dieser Zeitspanne, nach dem Umschalten in den Dopplermessmodus, der für eine beispielhafte Zeitspanne von 1,5 Millisekunden aktiviert bleibt, emittiert die Vorrichtung eine unmodulierte Trägerschwingung (27), und ermittelt unter Ausnutzung des Dopplereffekts die Relativgeschwindigkeit eines erkannten Objekts relativ zur Vorrichtung. Nach Ablauf dieser beispielhaften 1,5 Millisekunden schaltet das Umschaltersteuersignal (9) die Vorrichtung wieder in den Pulsmessmodus zurück, wodurch diese wieder pulsmodierte Trägerschwingungen emittiert.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Detektion von bewegten oder stehenden Objekten mittels Radarstrahlung, bestehend aus  
einem Pulsgenerator (1), der mit einem ersten (3) und einem zweiten (4) schmalbandigen Pulsmodulator verbunden ist,  
einem Hochfrequenzoszillator (5), dessen Ausgangssignal durch den ersten (3) und den zweiten (4) schmalbandigen Pulsmodulator moduliert wird  
einem Sendekanal (28), der mit dem ersten schmalban-



digen Pulsmodulator (3) verbunden ist, wobei besagter Sendekanal pulsmodulierte Trägersignale oder unmodulierte Trägerschwingungen aussendet, die eine vorgeschriebene Trägerfrequenz und eine vorgeschriebene Dauer haben,

5 einem Empfangskanal (29), der mit dem zweiten schmalbandigen Pulsmodulator (4) verbunden ist, einem Zeitverzögerungsglied (2) zur zeitlichen Verzögerung des Ausgangssignals des zweiten schmalbandigen Pulsmodulators (4) auf den Empfangskanal (29),  
10 einem Mischер (12) zur Mischung des von der Empfangsantenne (11) empfangenen Teils des ausgesendeten und reflektierten, pulsmodulierten Trägersignals mit dem Ausgangssignal des zweiten schmalbandigen Pulsmodulators (29)

15 dadurch gekennzeichnet,

dass im Sendekanal zwischen der Pulsquelle (1) und dem ersten schmalbandigen Pulsmodulator (3) ein Umschalter (7) vorgesehen ist, der bei einem aktivierten Steuersignal (9) zur Einschaltung eines Dopplermessmoduses statt dem Ausgangssignal des Pulsgenerators (1) ein Rechtecksignal mit variabler Zeitdauer auf den Eingang des ersten schmalbandigen Pulsmodulators (3) gibt und

dass im Empfangskanal (29) zwischen dem Zeitverzögerungsglied (2) und dem zweiten schmalbandigen Pulsmodulator (4) ein weiterer Umschalter (8) vorgesehen ist, der bei einem aktivierten Steuersignal (9) zur Einschaltung eines Dopplermessmoduses statt dem Ausgangssignal des Pulsgenerators (1) ein Rechtecksignal mit variabler Zeitdauer auf den Eingang des zweiten schmalbandigen Pulsmodulators (4) gibt.

20 25 30 35 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung in einem Kraftfahrzeug zur Detektion von bewegten oder stehenden Objekten eingesetzt wird.

3. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zur Detektion von bewegten oder stehenden Objekten mittels Radarstrahlung, dadurch gekennzeichnet, daß abwechselnd eine Folge pulsmodulierter Trägerschwingungen (19, 26) und unmodulierte Trägerschwingungen (20, 27) ausgesendet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Impulse des Pulsgenerators eine Dauer zwischen 200 und 400 Pikosekunden aufweisen.

45

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Impulse des Pulsgenerators (1) eine Puls wiederholfrequenz zwischen 1 MHz und 50 MHz aufweisen.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass für die Dauer von etwa 1 Millisekunde eine Folge pulsmodulierter Trägerschwingungen (26) ausgesendet wird und für die Dauer von etwa 1,5 Millisekunden unmodulierte Trägerschwingungen (27) ausgesendet werden.

55

7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer Zeitdauer von maximal 50 Mikrosekunden in der eine Folge pulsmodulierter Trägerschwingungen ausgesendet wurde, für mindestens 1 Mikrosekunde die unmodulierten Trägerschwingungen gesendet werden.

60

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

X

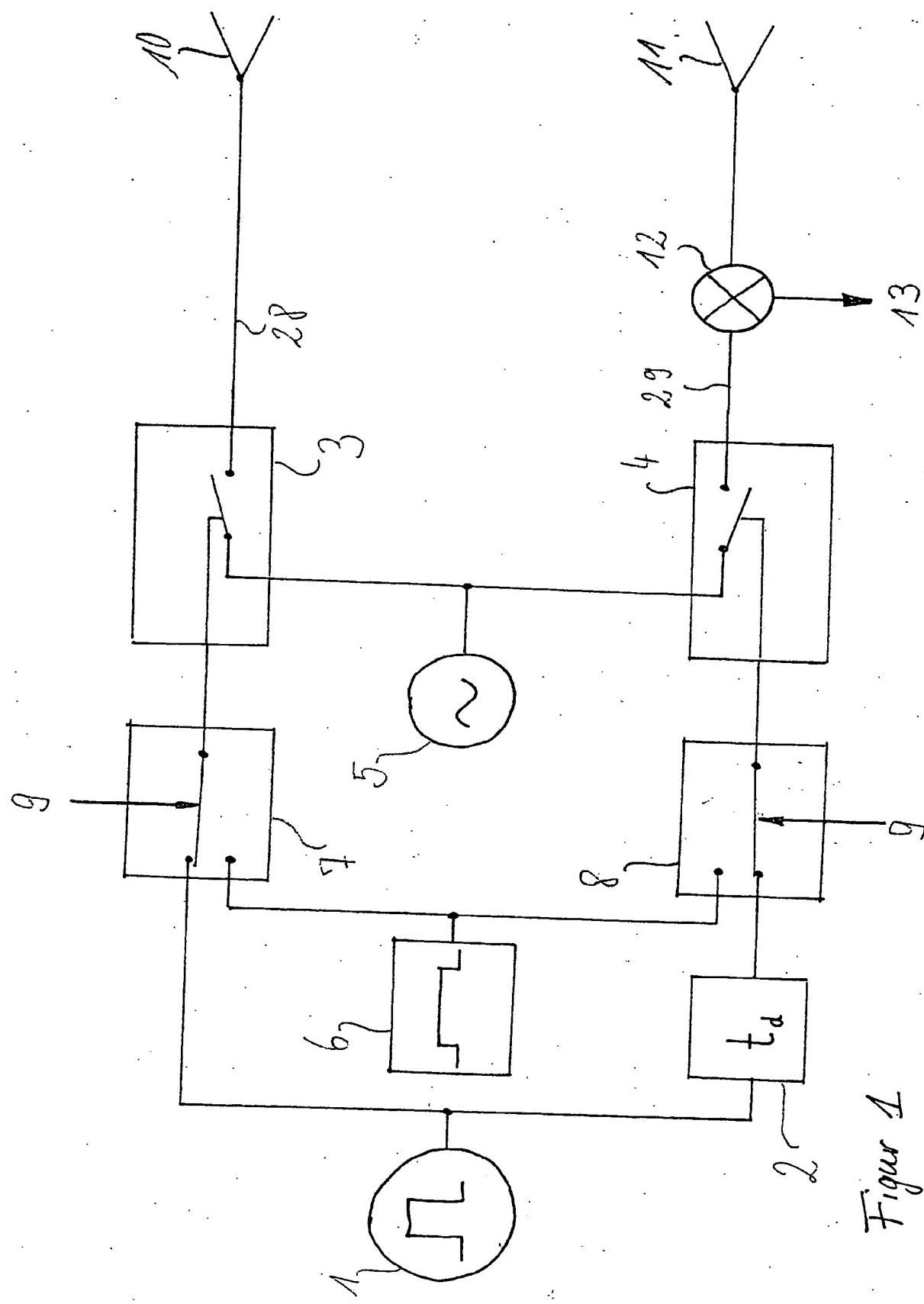


Figure 1

Figure 2

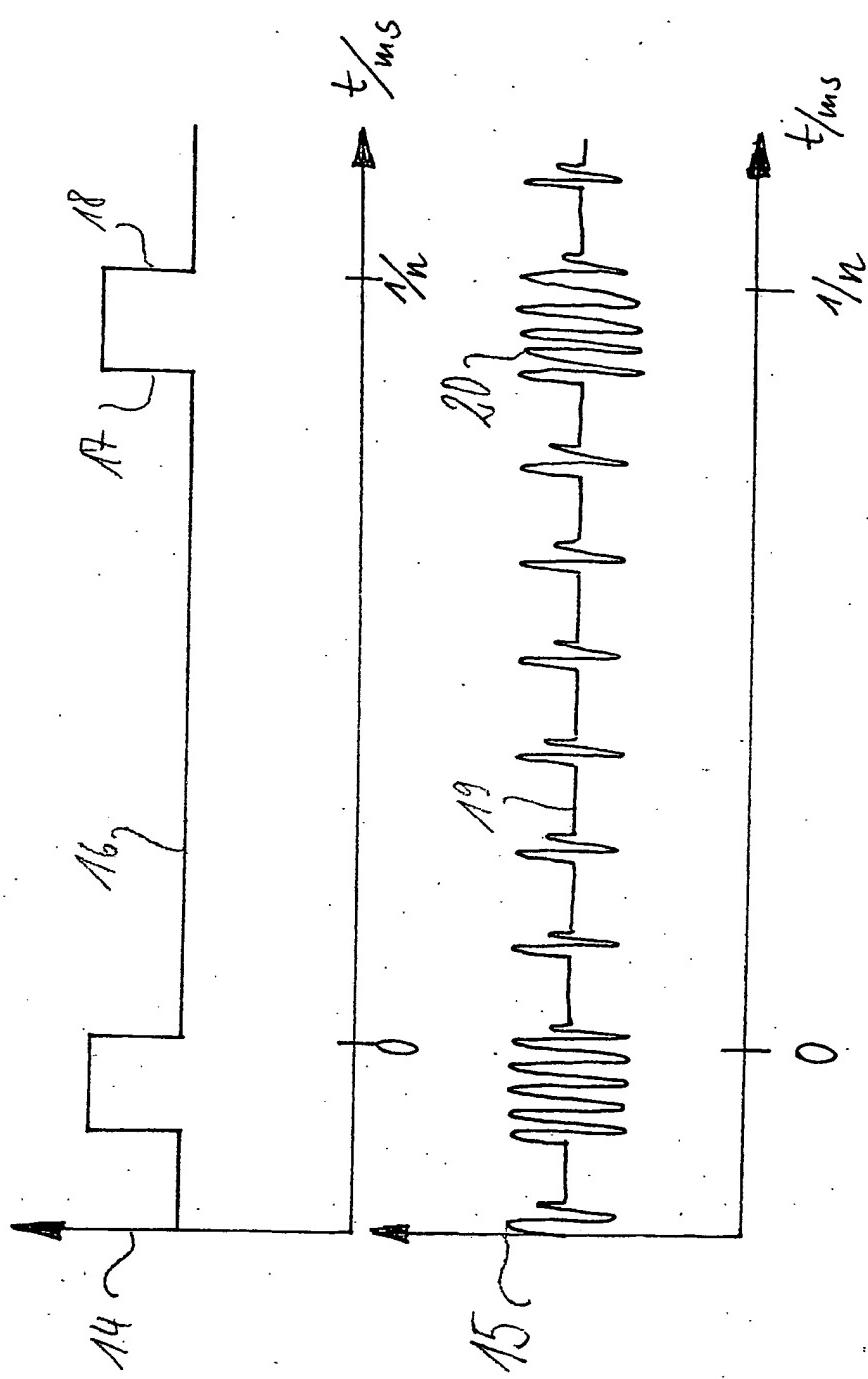


Figure 3

